

Translation

INTERNATIONAL COOPERATION TREATY

PCT

PCT/EP2003/006111



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 43 350	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP2003/006111	International filing date (<i>day/month/year</i>) 11 June 2003 (11.06.2003)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 11 June 2002 (11.06.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F16D 69/02		
Applicant SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>3</u> sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 30 December 2003 (30.12.2003)	Date of completion of this report 20 September 2004 (20.09.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International Application No.

PCT/EP 2003/006111

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
 pages _____, 2, 4-14 _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____ (3a)/(1, 3) _____, filed with the letter of _____ (13.04.04)/(11.08.04)
- ☒ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____ 1-56 _____, filed with the letter of _____ 08 September 2004 (08.09.2004)
- ☒ the drawings:
 pages _____ 1/4-4/4 _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP/06111

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-56	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-56	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-56	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Reference is made to the following documents:

- D1: FR-A-2 754 031 (CARBONE IND) 3 April 1998
(1998-04-03)
- D2: EP-A-0 748 781 (GOODRICH CO B F) 18 December 1996
(1996-12-18)
- D3: US-A-6 042 935 (KRENKEL WALTER ET AL)
28 March 2000 (2000-03-28)
- D4: P. MATTHEIJ K. GLIESCHE D. FELTIN: "3D reinforced
stitched carbon/epoxy laminates made by tailored
fibre placement" COMPOSITES PART A APPLIED
SCIENCE AND MANUFACTURING, 1 March 2000
(2000-03-01) pages 571-581.

A Novelty

A.1 D1 discloses a C/C fibre composite component for the production of brake discs which consists of a multi-layer structure stabilized by CVI deposition of carbon and optionally siliconized (page 1, lines 1 to 14 and page 2, lines 8 to 25). The base layer consists of individual layers of monoaxially oriented, pyrolyzed polyacrylonitrile (PAN) fibres with a different orientation in each layer (example 1). The individual layers are joined together by needlepunching. Short-haired felt layers made of recycling material are used as covering layers (page 1, lines 30

to 36, example 1). The covering layers are joined to the base layer by needlepunching (example 1 and claim 7).

Since the layers in D1 are needlepunched together and not stitched, the method as per claim 1 and the product as per claim 29 are novel within the meaning of PCT Article 33(2).

The subject matter of claims 1-56 is therefore novel within the meaning of PCT Article 33(2).

C Inventive step

C.1 The TFP method is known *per se* (see, e.g., D4), but the application to the field of production of fibre composite components as described in claim 1 is novel. The use of this method for this field is also neither mentioned nor hinted at in the cited prior art; an application for the method described in claim 1 therefore appears to the International Preliminary Examining Authority to be inventive within the meaning of PCT Article 33(3).

C.2 D1, D2 and D3 disclose tribological fibre composite components comprising a preform consisting of a base and a nonwoven which is placed on the base so as to be able to withstand stress and is joined to the base. The structure is stabilized by material deposited from the gas phase.

The subject matter of independent claim 29 differs in that the fibres placed so as to be able to withstand stress are joined to the base by *stitching* (and not needlepunching (D1 and D2) or bonding (D3)).

The effect of this difference is more flexible adaptation to the particular field of application and simplification of the method.

The remaining problem to be solved is therefore that of providing a method for producing the above-mentioned fibre

composite components which is more flexible and involves less expensive process engineering in relation to the prior art.

A solution to this problem is not disclosed in the cited prior art; nor is there any clear hint of a solution to be found therein. Consequently, its use involves an inventive step within the meaning of PCT Article 33(3).

The subject matter of claims 1-56 is therefore inventive within the meaning of PCT Article 33(3).

D Industrial applicability

The subject matter of claims 1-56 complies with the requirements of PCT Article 33(4) for industrial applicability.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

RECEIVED

23 SEP 2004



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 43 350	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/06111	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 11.06.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 11.06.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK F16D69/02		
Anmelder SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 13 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
 - I ☒ Grundlage des Bescheids
 - II ☐ Priorität
 - III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
 - IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
 - V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
 - VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
 - VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
 - VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 30.12.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 20.09.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Stabel, A Tel. +31 70 340-4158 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

2, 4-14	in der ursprünglich eingereichten Fassung
3a	eingegangen am 13.04.2004 mit Schreiben vom 17.03.2004
1, 3	eingegangen am 11.08.2004 mit Schreiben vom 30.07.2004

Ansprüche, Nr.

1-56	eingegangen am 08.09.2004 mit Telefax
------	---------------------------------------

Zeichnungen, Blätter

1/4-4/4	in der ursprünglich eingereichten Fassung
---------	---

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/06111

☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-56
	Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja: Ansprüche 1-56
	Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja: Ansprüche: 1-56
	Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: FR-A-2 754 031 (CARBONE IND) 3. April 1998 (1998-04-03)
- D2: EP-A-0 748 781 (GOODRICH CO B F) 18. Dezember 1996 (1996-12-18)
- D3: US-A-6 042 935 (KRENKEL WALTER ET AL) 28. März 2000 (2000-03-28)
- D4: P. MATTHEIJ K. GLIESCHE D. FELTIN: "3D reinforced stitched carbon/epoxy laminates made by tailored fibre placemnet" COMPOSITES PART A APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING, 1. März 2000 (2000-03-01), Seiten 571-58

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

A Neuheit

A.1 D1 offenbart ein C/C-Faserverbundbauteil zur Herstellung von Brems scheiben bestehend aus einer durch CVI-Abscheidung von Kohlenstoff stabilisierten und gegebenenfalls silizierten Mehrschichtstruktur (Seite 1 Zeilen 1-14 und Seite 2 Zeilen 8-25). Die Basisschicht besteht aus einzelnen Schichten aus monoaxial ausgerichteten, pyrolisierten Polyacrylnitril (PAN) - Fasern mit unterschiedlicher Orientierung in jeder Schicht (Beispiel 1). Die einzelnen Schichten sind untereinander durch Vernadelung verbunden. Als Deckschichten werden Kurzhaar-Filzschichten aus Recyclingmaterial verwandt (Seite 1 Zeilen 30-36, Beispiel 1). die Deckschichten sind mit der Basis durch Vernadelung verbunden (Beispiel 1 und Anspruch 7).

Da in **D1** die Schichten miteinander vernadelt und nicht vernäht sind, sind das Verfahren gemäss Anspruch 1 und das Produkt gemäss Anspruch 29 im Sinne des Artikels 33(2) PCT neu.

Der Gegenstand der Ansprüche 1-56 ist daher im Sinne des Artikels 33(2) PCT neu.

C Erfinderische Tätigkeit

C.1 Das TFP-Verfahren an sich ist bekannt (siehe z.B. D4), jedoch die

Anwendung auf das Gebiet der Herstellung von Faserverbundteilen wie im Anspruch 1 beschrieben ist neu. Der Einsatz dieser für diesen Bereich wird auch im zitierten Stand der Technik weder erwähnt, noch wird darauf hingedeutet; eine Anwendung für das unter Anspruch 1 beschriebene Verfahren erscheint daher der mit der internationalen, vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde als erfinderisch im Sinne des Artikels 33(3) PCT.

C.2 D1, D2 und D3 offenbaren tribologische Faserverbundteile mit einer Preform bestehend aus einer Basis und einem beanspruchungsgerecht abgelegten Vlies, die mit der Basis verbunden ist. Die Struktur ist durch aus der Gasphase abgeschiedenen Material stabilisiert.

Der Unterschied des Gegenstandes des unabhängigen Anspruchs 29 besteht in der Tatsache, dass die Verbindung der beanspruchungsgerecht verlegten Fasern mit der Basis durch *Vernähen* (und nicht Vernadeln (D1/D2) oder Verkleben (D3)) zustande kommt.

Der Effekt dieses Unterschiedes besteht darin, dass die Flexibilität der Anpassung für den jeweiligen Einsatzbereich höher und die Einfachheit des Verfahrens größer ist.

Das verbleibende zu lösende Problem besteht daher darin, ein Verfahren zur Herstellung der obengenannten Faserverbundbauteile zur Verfügung zu stellen, das gegenüber dem Stand der Technik eine erhöhte Flexibilität und einen geringeren verfahrenstechnischen Aufwand bietet.

Eine Lösung dieses Problems ist im zitierten Stand der Technik nicht offenbart; auch findet sich dort kein eindeutiger Hinweis auf eine Lösung. Somit stellt deren Verwendung eine erfinderische Tätigkeit im Sinne des Artikels 33(3) PCT dar.

Der Gegenstand der Ansprüche 1-56 ist daher im Sinne des Artikels 33(3) PCT erfinderisch.

D Industrielle Anwendung

Der Gegenstand der Ansprüche 1-56 erfüllt die Anforderungen des Artikels 33(4) PCT im Bezug auf die industrielle Anwendung.

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines tribologischen Faserverbundbauteils sowie tribologisches Faserverbundbauteil

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren zur Herstellung eines tribologischen Faserverbundbauteils sowie auf ein tribologisches Faserverbundbauteil nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bis 29.

Ein Faserverbundbauteil in Form eines Gitters ist der DE 199 57 906 A1 zu entnehmen. Bei dem bekannten Faserverbundbauteil handelt es sich im Wesentlichen um ein Gitter, das in den Kreuzungspunkten gleiche oder im Wesentlichen gleiche Materialstärke bzw. einen gleichen oder im Wesentlichen gleichen Faservolumengehalt wie in den angrenzenden Abschnitten aufweist. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass das Gitter über seine gesamte Fläche eine gleiche Stärke aufweist.

Aus dem Prospekt DE. Z.: „Beanspruchungsgerechte Preformen für Faserverbund-Bauteile“, Institut für Polymerforschung Dresden e. V., März 1998, werden beanspruchungsgerechte Preformen für Faserverbundbauteile vorgeschlagen, die in Tailored Fiber Placement – Technologie (TFP-Technologie) herstellbar sind. Mit dieser Technologie können Verstärkungsfasern auf Textilhalbzeuge oder Folien in großer Mustervielfalt aufgelegt werden. Durch mehrmaliges Übereinandernähen sind verschiedene Materialdicken möglich. Dabei sind tiefziehfähige und/oder 3D-verstärkende Preformen herstellbar, die zur Weiterverarbeitung in eine Kunststoffmatrix eingebettet werden, um durch Infiltration und Härten ein CFK (kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff) -Bauteil zu erhalten (s. auch US.Z.: Composites: Part A 31 (2000) 571 – 581, P. Matthey et al., “3D reinforced stitched carbon/epoxy laminates made by tailored fibre placement”).

Aus der FR-A- 2 754 031, der EP-A- 0 748 781 und der US-A- 6 042 935 sind tribologische Faserverbundbauteile bekannt, die aus durch Nadeln oder Bindemittel miteinander verbundenen Schichten oder Gelegen bestehen, die ihrerseits voneinander abweichende physikalische Eigenschaften aufweisen können.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung eines tribologischen Faserverbundbauteils sowie ein tribologisches Faserverbundbauteil insbesondere in Form einer Brems- oder Kupplungsscheibe so weiterzubilden, dass dieses individuell an den jeweiligen Einsatzbereich anpassbar ist, ohne dass ein hoher herstellungstechnischer Aufwand notwendig ist.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 28. Zur Lösung des Problems zur Herstellung eines tribologischen Faserverbundbauteils sind die Maßnahmen des Anspruchs 29 vorgesehen. Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Erfindungsgemäß wird ein tribologisches Faserverbundbauteil hergestellt, dass eine Struktur mit zumindest einer beanspruchungsgerechte Faserablage aufweisenden TFP-Preform aufweist, wobei die Struktur durch Materialabscheidung aus der Gasphase stabilisiert und/oder mit einem Monomeren und/oder Polymeren versehen, gehärtet und pyrolysiert ist, wobei insbesondere Bereiche der TFP-Preform in ihrem Faservolumen und/oder ihrer Ablagedichte und/oder ihren Faserlängen und/oder ihrer Faserverlegerichtung voneinander abweichen.

Anstelle der Verwendung einer aus zumindest einem Monomer und/oder einem Polymer bestehenden Matrix und anschließendem Härten und Pyrolysieren kann eine Stabilisierung der Struktur auch durch Material- wie Kohlenstoffabscheidung aus der Gasphase z. B. mittels CVD (Chemical Vapor Deposition) und/oder CVI (Chemical Vapor Infiltration) erfolgen. Eine SiC- oder B₄C- oder Si-Abscheidung kommt gleichfalls in Frage. Auch besteht die Möglichkeit einer Vorstabilisierung mittels z. B. CVI und anschließender Infiltration mit einem Monomer und/oder Polymer mit anschließendem Härtings- und Pyrolyseschritt.

Erfindungsgemäß wird ein faserverstärkter Kohlenstoff- oder Keramikkörper wie C/C, C/SiC oder CMC (Ceramic Matrix Composite) in Form eines tribologischen Faserverbundbauteils zur Verfügung gestellt.

Insbesondere kann das Faserverbundbauteil aus einem Verband aus zumindest einer Preform und einem Gelege und/oder einem Gewebe und/oder Kurzfasern und/oder Filz

3 a

Erfindungsgemäß wird ein faserverstärkter Kohlenstoff- oder Keramikkörper wie C/C, C/SiC oder CMC (Ceramic Matrix Composite) in Form eines tribologischen Faserverbundbauteils zur Verfügung gestellt.

Insbesondere kann das Faserverbundbauteil aus einem Verband aus zumindest einer Preform und einem Gelege und/oder einem Gewebe und/oder Kurzfasern und/oder Filz

Patentansprüche

Verfahren zur Herstellung eines tribologischen Faserverbundbauteils sowie tribologisches Faserverbundbauteil

1. Verfahren zur Herstellung eines tribologischen Faserverbundbauteils umfassend die Verfahrensschritte:
 - Herstellen zumindest einer Preform durch auf einer Basisschicht (56, 58) auf Kohlenstoffbasis, Aramid- und/oder Keramikfaserbasis und/oder einem Vlies beanspruchungsgerecht abgelegten Verstärkungsfasern,
 - Aufnähen der Verstärkungsfasern auf die Basisschicht (TFP-Preform),
 - Ausbilden einer dem Faserverbundbauteil entsprechenden Struktur aus einer oder mehreren entsprechend hergestellten TFP-Preformen,
 - Stabilisieren der Struktur durch Materialabscheidung aus der Gasphase und/oder
 - Imprägnieren der Struktur mit einem Monomer und/oder einem Polymer sowie anschließendes Härten und Pyrolysieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur durch insbesondere CVI-Abscheidung mit z. B. C, SiC, B₄C und/oder Si stabilisiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur nach der Pyrolyse siliziert wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zumindest eine TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) Bereiche oder Schichten aufweist, die in ihrem Faservolumen und/oder ihrer Ablagedichte und/oder ihrer Faserlänge und/oder ihrer Faserverlegerichtung voneinander abweichen.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur aus zumindest zwei TFP-Preformen (26, 28, 60, 62) gebildet wird, die vorzugsweise gleich oder im Wesentlichen gleich aufgebaut werden.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur mit gegebenenfalls mit Kernen versehenen Aussparungen und/oder Kanälen versehen wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundbauteil aus einem Verbund aus zumindest einer TFP-Preform (60, 62) und einem Gelege und/oder Gewebe und/oder Kurzfasern und/oder Filz und/oder Vlies (72, 74) hergestellt wird.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die TFP-Preform (60, 62) außenseitig mit einer Schicht (72, 74) aus Kurzfasern versehen wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) mit Rovings mit voneinander abweichender Fadenzahl versehen wird.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) mit Verstärkungsfasern in Form von Rovingsträngen bzw. Faserbändern versehen wird.

11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) mit Verstärkungsfasern in Form von Natur-, Glas-, Aramid-, Kohlenstoff- und/oder Keramikfasern versehen wird.
12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die TFP-Preform (36, 48, 76) aus mehreren Schichten (38, 40, 42, 44, 50, 52, 56, 80, 82, 84, 86) verlegter Verstärkungsfasern gebildet wird, wobei Verlegerichtung der Verstärkungsfasern aufeinanderfolgender Schichten voneinander abweichen.
13. Verfahren nach zumindest Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht (38, 42, 50, 56) radial verlaufend verlegt werden.
14. Verfahren nach zumindest Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht (40, 44) kreisringförmig verlaufend verlegt werden.
15. Verfahren nach zumindest Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht (52, 54) evolventenförmig verlaufend verlegt werden.
16. Verfahren nach zumindest Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht ausgehend von deren mittlerer Öffnung zu dieser tangential verlaufend verlegt werden.

17. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern derart verlegt werden, dass bei einer kreisscheiben-
förmigen TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) die pyrolysierte Preform
in ihrer radialen Abmessung der der Preform entspricht oder weitgehend ent-
spricht.
18. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern mit Polymerfasern und/oder Kohlenstofffasern ver-
näht werden.
19. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur einer Kupplungsscheibe durch zumindest zwei TFP-Preformen
(36, 48) gleichen oder im Wesentlichen gleichen Aufbaus ausgebildet wird.
20. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (48, 76) aus mehreren Schichten (50, 52, 54, 80, 82, 84,
86) ausgebildet wird, wobei die Schichten in ihrer Faserorientierung symme-
trisch oder im Wesentlichen symmetrisch zur Mittensymmetrieebene (78) der
TFP-Preform verlegt werden.
21. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (36, 48) aus zumindest zwei Schichten (38, 40, 42, 44, 50,
52, 54, 56) oder Lagen ausgebildet wird, wobei eine der Schichten bzw. Lagen
(38, 42) aus radial verlegten Verstärkungsfasern und die verbleibende Schicht
oder Lage (40, 44) aus ringförmig verlegten Verstärkungsfasern aufgebaut wird.

22. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass übereinander angeordnete Schichten oder Lagen (38, 40, 42, 44, 50, 52, 54, 56) der TFP-Preform jeweils mit der Basisschicht (46, 58) vernäht werden.
23. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die TFP-Preform (48, 76) in ihren Außenflächen bzw. -schichten (50, 56, 84, 86) mit Fasern gleicher oder im Wesentlichen gleicher Orientierung versehen werden.
24. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur einer Bremsscheibe durch zumindest zwei zueinander beabstandeten TFP-Preformen (26, 28, 60, 62) gebildet wird, die über aus Verstärkungsfasern gebildete Stege (30, 32, 34, 44, 46) verbunden werden.
25. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der TFP-Preform (62) im Bereich eines Krafteinleitungspunktes eine durch Verstärkungsfasern gebildete Verdickung (68) ausgebildet wird.
26. Verfahren nach zumindest Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in der Verdickung (68) sich kreuzend verlegt werden.
27. Verfahren nach zumindest Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern in den Stegen (64, 66) sich kreuzend verlegt werden.

28. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (60, 62) auf ihrer freien Außenfläche mit einer Vlies-
schicht (72, 74) versehen wird.
29. Tribologisches Faserverbundbauteil umfassend eine Struktur mit zumindest ei-
ner Preform bestehend aus auf einer Basisschicht (56, 58) auf Kohlenstoffbasis,
Aramid- und/oder Keramikfaserbasis und/oder einem Vlies beanspruchungsge-
recht abgelegten und mit der Basisschicht verbundenen Verstärkungsfasern, wo-
bei die Struktur durch Materialabscheidung aus der Gasphase stabilisiert
und/oder mit einem Monomer und/oder Polymer versehen, gehärtet und pyroly-
siert ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern auf der Basisschicht (56, 58) aufgenäht sind.
30. Faserverbundbauteil nach Anspruch 29,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur durch insbesondere CVI-Abscheidung mit z. B. C, SiC, B₄C
und/oder Si stabilisiert ist.
31. Faserverbundbauteil nach Anspruch 29 oder 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur nach der Pyrolyse siliziert ist.
32. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 31,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zumindest eine TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) aus Berei-
chen oder Schichten besteht, die in ihrem Faservolumen und/oder ihrer Ablage-
dichte und/oder ihrer Faserlänge und/oder ihrer Faserverlegerichtung voneinan-
der abweichen.

33. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 32,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur zumindest zwei TFP-Preformen (26, 28, 60, 62) aufweist, die
vorzugsweise gleich oder im Wesentlichen gleich aufgebaut sind.
34. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 33,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur gegebenenfalls mit Kernen versehene Aussparungen und/oder
Kanäle aufweist.
35. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 34,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Faserverbundbauteil aus einem Verbund aus zumindest einer TFP-
Preform (60, 62) und einem Gelege und/oder Gewebe und/oder Kurzfasern
und/oder Filz und/oder Vlies (72, 74) besteht, 1391
36. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 35,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (60, 62) außenseitig mit einer Schicht (72, 74) aus Kurz-
fasern versehen ist.
37. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 36,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) Rovings mit voneinander
abweichender Fadenzahl aufweist.
38. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 37,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) Verstärkungsfasern in
Form von Rovingsträngen bzw. Faserbändern aufweist.

39. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 38,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) Verstärkungsfasern in
Form von Natur-, Glas-, Aramid-, Kohlenstoff- und/oder Keramikfasern auf-
weist.
40. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 39,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (36, 48, 76) aus mehreren Schichten (38, 40, 42, 44, 50,
52, 56, 80, 82, 84, 86) verlegter Verstärkungsfasern besteht, wobei Verlegerich-
tung der Verstärkungsfasern aufeinanderfolgender Schichten voneinander ab-
weichen.
41. Faserverbundbauteil nach zumindest Anspruch 40,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht (38, 42, 50, 56) radial verlaufen.
42. Faserverbundbauteil nach zumindest Anspruch 40,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht (40, 44) kreisringförmig verlaufen.
43. Faserverbundbauteil nach zumindest Anspruch 40,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern in einer Schicht (52, 54) evolventenförmig
verlaufen.
44. Faserverbundbauteil nach zumindest Anspruch 40,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern (16) in einer Schicht ausgehend von deren mittlerer
Öffnung zu dieser tangential verlaufen.

45. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 44,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern derart verlegt sind, dass bei einer kreisscheibenförmigen TFP-Preform ((10, 26, 28, 36, 48, 60, 62, 76) die pyrolysierte Preform in ihrer radialen Abmessung der der Preform entspricht oder weitgehend entspricht.
46. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 45,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstärkungsfasern mit Polymerfasern und/oder Kohlenstofffasern ver-
näht sind.
47. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 46,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur einer Kupplungsscheibe aus zumindest zwei TFP-Preformen
(36, 48) gleichen oder im Wesentlichen gleichen Aufbaus besteht.
48. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 47,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (48, 76) aus mehreren Schichten (50, 52, 54, 80, 82, 84,
86) besteht, wobei die Schichten in ihrer Faserorientierung symmetrisch oder im
Wesentlichen symmetrisch zur Mittensymmetrieebene (78) der TFP-Preform
verlegt sind.
49. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 48,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (36, 48) aus zumindest zwei Schichten (38, 40, 42, 44, 50,
52, 54, 56) oder Lagen besteht, wobei eine der Schichten bzw. Lagen (38, 42)
aus radial verlegten Verstärkungsfasern und die verbleibende Schicht oder Lage
(40, 44) aus ringförmig verlegten Verstärkungsfasern aufgebaut ist.

50. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 49,
dadurch gekennzeichnet,
dass übereinander angeordnete Schichten oder Lagen (38, 40, 42, 44, 50, 52, 54, 56) der TFP-Preform jeweils mit der Basisschicht (46, 58) vernäht sind.
51. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 50,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (48, 76) in ihren Außenflächen bzw. -schichten (50, 56, 84, 86) Fasern gleicher oder im Wesentlichen gleicher Orientierung aufweist.
52. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 51,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur einer Bremsscheibe aus zumindest zwei zueinander beabstandeten TFP-Preformen (26, 28, 60, 62) besteht, die über aus Verstärkungsfasern gebildete Stege (30, 32, 34, 44, 46) verbunden sind.
53. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 52,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (62) im Bereich eines Krafteinleitungspunktes eine durch Verstärkungsfasern gebildete Verdickung (68) aufweist.
54. Faserverbundbauteil nach zumindest Anspruch 53,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Verdickung (68) die Verstärkungsfasern sich kreuzend verlegt sind.
55. Faserverbundbauteil nach zumindest Anspruch 52,
dadurch gekennzeichnet,
dass in den Stegen (64, 66) die Verstärkungsfasern sich kreuzend verlegt sind.
56. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der Ansprüche 29 bis 55,
dadurch gekennzeichnet,
dass die TFP-Preform (60, 62) auf ihrer freien Außenfläche eine Vliesschicht (72, 74) aufweist.